

УДК 624.012:

## ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВРЕЖДЕННОСТИ И СТРУКТУРЫ БЕТОНА

**Выкиданец С.Н.** (Одесская государственная академия  
строительства и архитектуры)

**В статье проведен анализ основных особенностей подготовки материалов для опытных образцов, технологии изготовления образцов и элементов, а также исследования технологической поврежденности элементов до испытаний.**

Сложное строение строительных материалов на органическом и неорганическом вяжущем позволяет рассматривать их как композиционные типа «структура в структуре» или «композит в композите». Многоуровневый характер организации композиционных строительных материалов раскрывает широкие возможности направленного синтеза их физико-технических свойств. Последние проявляются и оцениваются через взаимодействия с другими материалами или объектами. В зависимости от степени и вида воздействий (принятых методов испытаний) может изменяться уровень свойств. Поэтому важно оценивать уровень свойств материалов в конструкции, для которой они предназначены. В свою очередь конструкция представляет собой некую систему с внутренней архитектурой – иерархией структурных уровней и подуровней. Рассматривая ее как полиструктурную систему, можно оценить долю вклада каждого структурного элемента в работу конструкции. Особое внимание следует обратить на дефекты (трещины), приобретенные материалом в период технической переработки в изделие. При рассмотрении конструкции как специально организованного материала, дефекты материала автоматически переходят в конструктивные. Наличие их в конструкциях до приложения эксплуатационных нагрузок изменяет общее напряженное состояние последних, кинетику развития эксплуатационных трещин; характер разрушения, деформаций и несущей способности.

Технологические трещины являются одним из важных структурных параметров, определяющих поврежденность конструкций, и тем самым – их эксплуатационную надежность. Поэтому работа железобетонных изгибаемых элементов, условия их прочности и трещиностойкости

зависят от технологической поврежденности бетона. Направленное изменение технологической поврежденности строительных материалов и конструкций позволит управлять физико-техническими свойствами материала, характером трещинообразования и разрушения конструкций.

Методика проведения экспериментальных исследований изгибаемых элементов (балок) с учетом технологической поврежденности имеет ряд характерных особенностей, касающихся:

- подбора оптимального состава бетона (применение наполнителей, оптимальных по виду, количеству и дисперсности),
- подбора необходимой арматуры (диаметр и класс),
- изготовления и хранения опытных образцов,
- исследования технологической поврежденности бетонных образцов и железобетонных элементов до испытаний.

В зависимости от принятого состава бетонной смеси на  $1 \text{ м}^3$  при определенном водоцементном отношении, выполняется расчет компонентов бетона по массе, рассчитанный по объему конструкций каждого опыта, с учетом коэффициента запаса.

В качестве вяжущего для бетона используется портландцемент с удельной поверхностью около  $300 \text{ м}^2 / \text{кг}$ , приготовленный совместным помолом клинкера и 4 % от массы цемента двуводного гипса.

Измельчение цементного клинкера осуществляется в лабораторной шаровой мельнице, имеющей две камеры. Объем загрузки каждой камеры составляет 10 кг исходного материала. Необходима организация отдельного помола компонентов с контролем их дисперсности и стабилизация процесса помола, что очень важно с точки зрения удельной поверхности, как показателя дисперсности цементных порошков. Пробы цементного клинкера, подлежащие помолу, предварительно просеиваются через сито с диаметром отверстий 10 мм; остаток на сите подвергается дроблению в щековой дробилке до прохождения через сито №10, после чего соединяется с просеянной пробой; пробы клинкера массой 10 г размалываются всегда в одной и той же камере шаровой мельницы; для помола используют всегда один и тот же набор мелющих шаров. Для эффективного помола цементного клинкера до удельной поверхности  $300 \text{ м}^2 / \text{кг}$ , через 3 часа после каждого цикла помола, мелющие шары и камера помола подвергаются тщательной очистке. Удельная поверхность цемента определяется с помощью прибора ПСХ – 2. Для затворения бетонной смеси необходимо применять воду, удовлетворяющую требованиям ГОСТ.

В качестве наполнителя применяется мелкий кварцевый песок с удельной поверхностью (дисперсностью) 100, 200, 300 м<sup>2</sup> / кг, предварительно размолотый в шаровой мельнице. Кварцевый наполнитель перед помолом просеивается через сито с диаметром отверстий 2,5 мм, промывается и просушивается. При помоле наполнителя производится подбор мелющих шаров и устанавливается время помола в зависимости от получения необходимой удельной поверхности, контролируемой прибором ПСХ – 2.

В качестве мелкого заполнителя для бетона опытных образцов используется природный песок, предварительно промытый, просушенный и просеянный через сито 5 мм. В качестве крупного заполнителя применяется щебень фракций 5 – 20 мм, предварительно промытый, просушенный и просеянный через сито 20 мм.

Весь арматурный прокат для армирования балок необходимо брать из одной партии. Для армирования образцов-балок применяется провололочная арматура класса Вр-1 и стержневой арматурный прокат классов А240С, А400С и А500С.

Экспериментальные исследования проводятся на образцах – кубах с размерами 10 x 10 x 10 см, образцах – призмах 10 x 10 x 40 см и на железобетонных элементах (образцах – балках) с постоянным по длине прямоугольным сечением 10 x 15 x 120 см. Опытные балки армируются сварными пространственными каркасами с продольной рабочей арматурой периодического профиля класса А400С либо А500С при защитном слое 20 мм и монтажной продольной арматурой класса А240С. В поперечном направлении – стержнями из арматуры класса Вр-1, которые привариваются контактной сваркой к продольной арматуре. Анкеровка рабочей арматуры за пределами пролета обеспечена наличием поперечных стержней диаметром 4 или 5 Вр-1 с шагом 30 мм и наличием коротышей диаметром 4 или 5 Вр-1 для соединения двух плоских каркасов в пространственный. Опытные образцы и элементы изготавливаются сериями. Составляющие бетона – вяжущее, наполнитель, мелкий и крупный заполнитель и вода дозируются по массе и объему. Перед приготовлением смеси заполнители высушиваются до постоянной массы. Подвижность бетонной смеси измеряется. Приготовленная смесь укладывается в металлические разъемные формы. При изготовлении образцов-балок бетонная смесь уплотняется электромеханическим глубинным вибратором, а при изготовлении кубиков и призм уплотнение производится на вибростолу с частотой колебаний 2800 мин<sup>-1</sup>. Отформованные образцы после их изготовления до разопалубливания должны храниться в формах, покрытых влажной тканью в помещении с температурой воздуха 20±2°С и влажностью 60-70 % в

течении двух суток. Затем образцы разопалубливаются, и до момента их испытаний хранятся в нормальных температурно-влажностных условиях.

При исследовании технологической поврежденности образцов балок и призм обращается внимание на сеть поверхностных трещин. Для более качественной оценки технологической поврежденности, проявление трещин осуществляется на образцах, достигших возраста 200...220 суток, после прохождения карбонизации, то есть развития физических и химических процессов под действием на бетон атмосферного углекислого газа в присутствии влаги, когда поверхность бетона покрывается сетью тонких трещин. Поверхностные трещины фиксируются выдержкой образцов в водных растворах танина в течение 30...40 мин, после замачивания – высушиваются в течение двух суток. Изменение щелочности бетона в районе трещин меняет окраску танина, обнаруживая и фиксируя трещины. Количественная оценка технологической поврежденности выполняется измерением длины поверхностных трещин курвиметром с точностью до 0,1 см на двух гранях образцов. Данный метод оценки технологической поврежденности позволяет фиксировать как технологические, так и эксплуатационные трещины, и позволяет многократно на тех же образцах производить измерения, что дает возможность наблюдать изменения поврежденности с процессе нагружения образцов и конструкций.

### **Выводы**

1. При проведении экспериментальных исследований элементов с учетом технологической поврежденности особенно важным является: правильный выбор оптимального состава бетона, арматуры, а также технология изготовления и хранения элементов.
2. Проявление технологических трещин с помощью растворов танина позволяет достоверно обнаружить начальные дефекты на поверхности бетона и оценить их количественно.

1. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций.- Одесса, 1998,- 168с.
2. Дорофеев В.С. Технологическая наследственность композиционных строительных материалов и конструкций.- Киев УМК ВО 1992, - 52с.
3. Соломатов В.И., Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Сиренко А.В. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости.- Киев, «Будивэльнык», 1991, 144с.
4. Постернак С.А. Влияние технологической поврежденности бетона на трещинообразование и прочность железобетонных изгибаемых элементов по наклонным сечениям. Дисс. на соиск. уч. степени кандидата технических наук. – Одесса, ОГАСА, 2004. - 204 стр.